

## СОНЯЧНИЙ ОПАЛЮВАЛЬНИЙ ПРИЛАД ДЛЯ ПАСИВНИХ СОНЯЧНИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ В РЕГІОНАХ З ТРИВАЛОЮ ХМАРНОЮ ПОГОДОЮ

*Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна*

*Запропоновано пасивні сонячні опалювальні прилади підвищеного термічного опору з високими теплозахисними властивостями для пасивних сонячних систем опалення в регіонах з тривалою хмарною погодою. Виконано серію фізичних експериментальних досліджень сонячного опалювального приладу. Досліджено вплив геометричних параметрів конструкції на коефіцієнт теплопередачі.*

**Постановка проблеми.** Для України, як і для усього світу на сьогодні однією із найактуальніших є проблема ресурсозбереження. Вона пов'язана із економічними проблемами, екологічним аспектом, що є одним із найважливіших, та обмеженістю енергоресурсів.

Раціональне використання вторинних і поновлюваних джерел суттєво зменшує споживання енергії і заощаджує природні ресурси та кошти. Сонячна енергія є найрозповсюдженішим потужним поновлюваним енергоресурсом.

На сьогодні сонячна енергетика є недостатньо розвиненою в умовах нашої країни через тривалі хмарні періоди під час опалювального сезону та високу вартість обладнання. Це все обмежує використання сонячних систем, суттєво подовжує їх термін окупності. Доцільною для такого випадку є комбінація активних систем [6 – 7] із системи пасивного використання сонячної енергії та з опаленням на вичерпних енергоресурсах.

Не погіршення теплотехнічних властивостей огороджувальних конструкцій є основною умовою для ефективного використання пасивних сонячних систем на більшості території України з нестійким надходженням сонячної енергії. Використання пасивних сонячних систем покриває всю потребу в теплоті в сонячну погоду, зменшує розмір акумуляторів, дозволяє економити вичерпні енергоресурси, а відповідно тепловтрати в зовнішнє середовище не повинні підвищуватися у хмарну погоду, що може тривати місяцями.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогоднішній день впроваджена та розроблена достатньо велика кількість високоефективних систем сонячного теплопостачання в тому числі і пасивного [1 – 5]. Але пасивні сонячні опалювальні прилади погіршують теплозахисні властивості огороджувальних конструкцій і одними із їх основних недоліків є висока собівартість та подовжений термін окупності за хмарних погодних умов нашої країни.

Сезонна акумуляція теплоти використовується при тривалій кількості хмарних днів у холодний період року. Її основна проблема – це значні розміри

навіть твердотільних акумуляторів, що займають об'єм, який може бути рівний кільком кімнатам, цей об'єм може бути використаний як корисна площа.

**Формулювання цілей та завдання статті.** Метою даної роботи є експериментальні дослідження сонячний опалювальний прилад для пасивних сонячних систем опалення.

**Основна частина.** Нами розроблено та запропоновано пасивні сонячні опалювальні прилади підвищеного термічного опору з високими теплозахисними властивостями (Рис. 1). Глибокий повітряний прошарок обмежений прозорими стінками, поділений вертикальними або нахиленими прозорими перегородками для зменшення конвективної теплопередачі. Нахилені перегородки можуть бути розташовані вгору до холодної поверхні. Це зменшує поглинання світла, але холодна стінка опиняється вище гарячої, що знижує термічний опір. При цьому перегородки мають бути нахилені вгору до теплої поверхні.

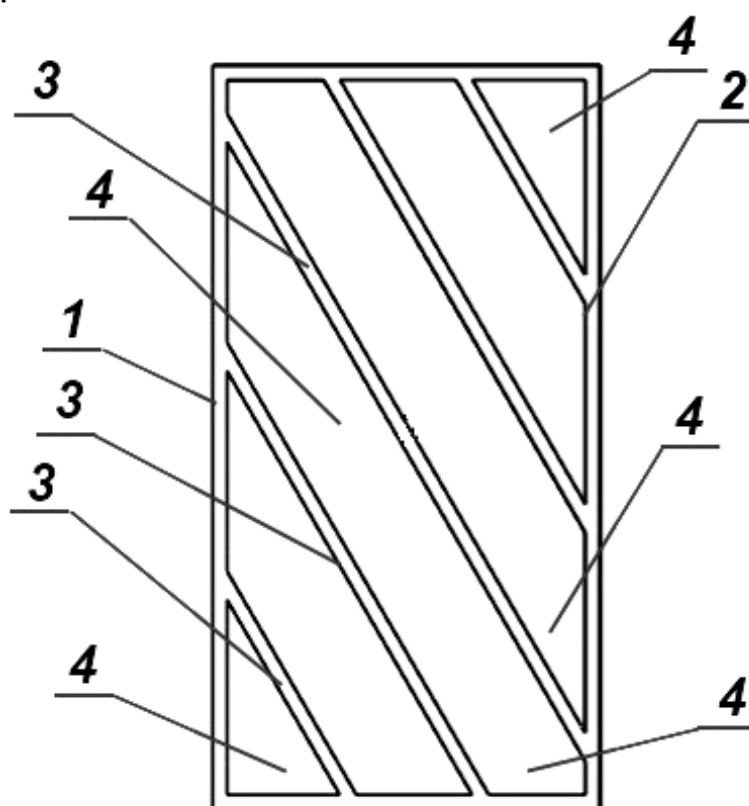


Рис. 1. Пасивний сонячний опалювальний прилад:  
1-зовнішня стінка; 2-тепловісвітловий абсорбер темного кольору; 3-прозорі або частково прозорі перегородки; 4-повітряні прошарки

Для уточнення результатів математичного моделювання було виконано серію фізичних експериментальних досліджень сонячного опалювального приладу для пасивних систем опалення. Задачі звелись до знаходження коефіцієнту теплопередачі.

При виборі експериментальної установки було розглянуто наступні схеми кліматичної камери для проведення досліджень: а) при вимірюванні теплових потоків за допомогою тепломірів; б) за допомогою приставної калориметричної камери [8].

Вимірювання теплових потоків за допомогою тепломірів основане на усередненні коефіцієнта теплопередачі за точками вимірювання тепломірами. Запропонований прилад має значні відмінності коефіцієнта теплопередачі в різних точках.

У світлопрозорих конструкціях з нахиленими перегородками, завдяки діленню простору на нахилені секції коефіцієнт теплопередачі розподіляється нерівномірно за площею. Це є однією з основних особливостей даних світлопрозорих конструкцій пасивного сонячного опалення і є однією з основних проблем наших досліджень. Для її реалізації необхідні кілька десятків точок вимірювання. Тому була віддана перевага схемі кліматичної камери з приставним калориметром. Це дозволило безпосередньо виміряти усереднений коефіцієнт теплопередачі або термічний опір.

Створена експериментальна установка (Рис. 2) [8] – кліматична камера з приставним калориметром. Методи визначення опору теплопередачі досліджуваних моделей полягають у створенні сталого теплового потоку  $Q$ , Вт, вимірюванні температури поверхонь моделей  $T_1, K$  та  $T_2, K$ , і з подальшими розрахунками значень коефіцієнта теплопередачі  $k$ .

$$k = Q / (K \cdot A \cdot (T_1 - T_2)) , \text{ Вт} / (\text{м}^2\text{К}) \quad (1)$$

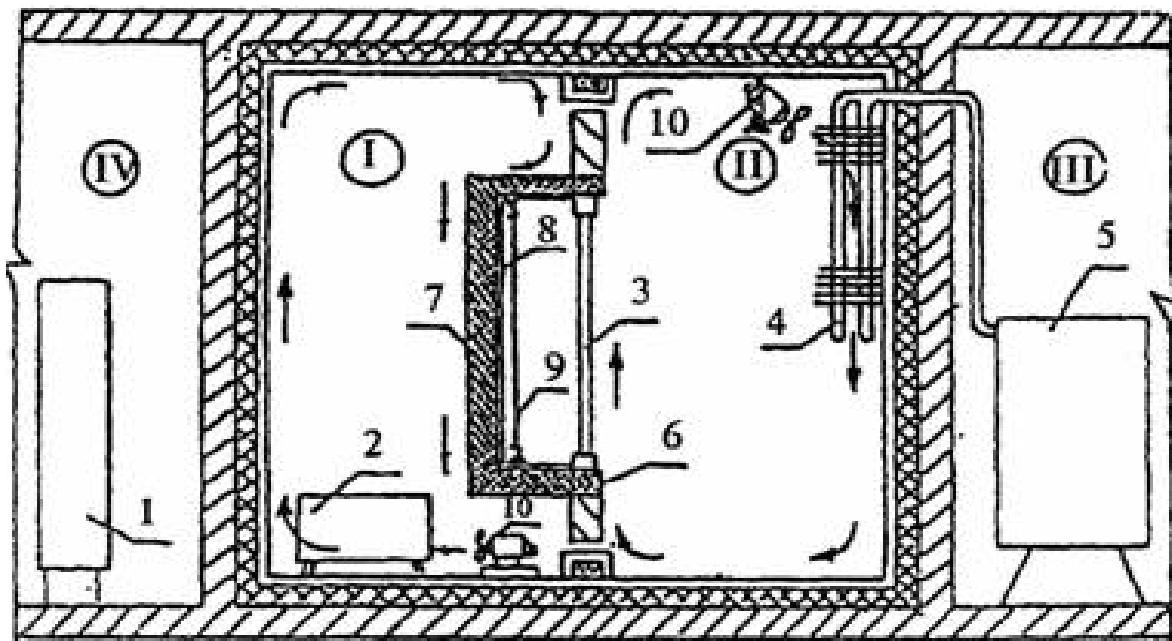


Рис.2. Експериментальна установка - кліматична камера з приставним калориметром:

- I — тепле відділення камери; II — холодне відділення; III, IV — приміщення із вимірювальними приладами; 1 — система автоматичного збору даних; 2 — нагрівальні прилади; 3 — досліджуваний пасивний опалювальний прилад; 4 — випарник; 5 — холодильна установка; 6 — теплоізоляційний шар по периметру прорізу; 7 — калориметр (утеплення приставна камера); 8 — металеве відзеркалююче покриття; 9 — нагрівник, рівномірно розподілений по площі калориметра; 10 — вентилятор

Виконано серію експериментальних досліджень термічного опору сонячних опалювальних приладів для оптимізації геометричних розмірів. Товщина моделей прийнята 50 мм. Результати експериментального визначення коефіцієнта теплопередачі (Рис. 3) показали, що найбільш ефективними є моделі з вертикальною відстанню між перегородками 1/6 висоти. Коефіцієнт теплопередачі моделей в яких перегородки розташовані вниз до гарячої поверхні орієнтовно більший у двічі за коефіцієнт теплопередачі при протилежному розташуванні перегородок. Зменшення кута нахилу та відстані між перегородками знижує коефіцієнт теплопередачі, але при цьому збільшується кількість перегородок, що здорожчує конструкцію та робить її важчою.

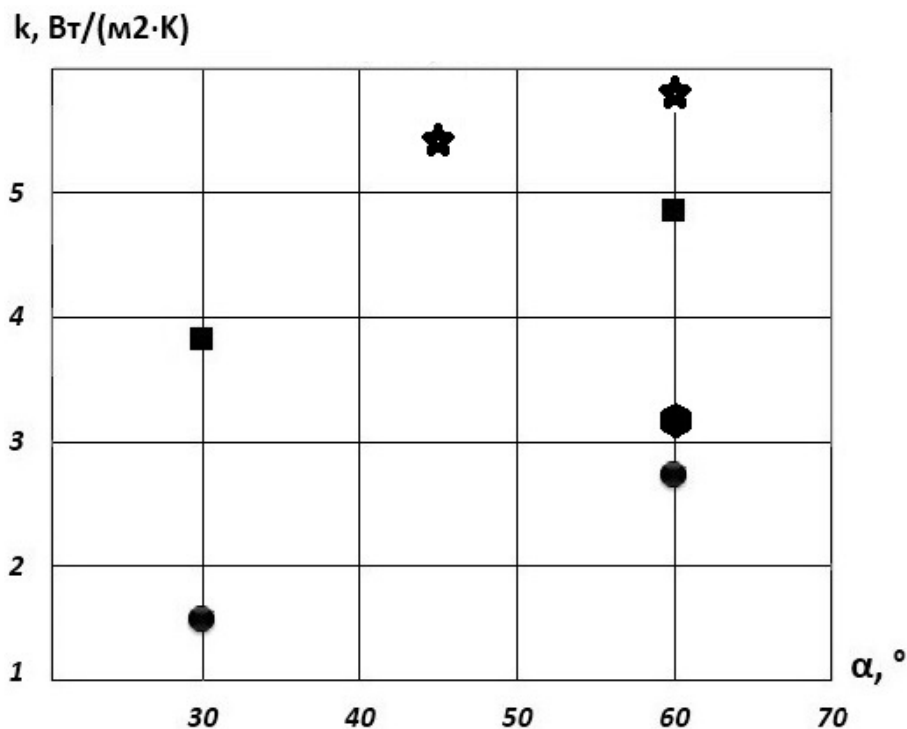


Рис. 3. Результати експериментального визначення коефіцієнта теплопередачі:  
 круг – перегородки розташовані вниз до холодної поверхні, вертикальна відстань між перегородками дорівнює 1/6 висоти моделі;  
 квадрат – перегородки розташовані вниз до гарячої поверхні, вертикальна відстань між перегородками дорівнює 1/6 висоти моделі;  
 зірка – перегородки розташовані вниз до гарячої поверхні, вертикальна відстань між перегородками дорівнює 1/6 висоти моделі;  
 шестикутник – значення коефіцієнта теплопередачі  $k$  для моделі 60 градусів, що розташована вниз до холодного відділення камери, вертикальна відстань між перегородками дорівнює 1/3 висоти моделі.

У процесі подальшої роботи планується широке впровадження отриманих систем пасивного використання сонячної енергії на більшості території України та за її межами для будівель різного призначення.

### Висновки

1. Для регіонів з довготривалою хмарною погодою та недостатньою кількістю сонячних днів для повноцінного опалення будівель доцільна

комбінація пасивного сонячного опалення та опалення на вичерпних енергоресурсах. Це дозволяє заощадити вичерпні енергоресурси під час сонячної погоди.

2. Для умов тривалої хмарної погоди необхідно застосовувати системи пасивного використання сонячної енергії високого термічного опору, що досягає опору зовнішньої непрозорої частини теплозахисної оболонки будівель.

3. Найбільш ефективними є моделі з вертикальною відстанню між перегородками 1/6 висоти. Коефіцієнт теплопередачі моделей в яких перегородки розташовані вниз до гарячої поверхні орієнтовно більший у двічі за коефіцієнт теплопередачі при протилежному розташуванні перегородок. Зменшення кута нахилу та відстані між перегородками знижує коефіцієнт теплопередачі, але при цьому збільшується кількість перегородок, що здорожчує конструкцію та робить її важчою.

## Література

1. *Афанасьєва О. К.* Архитектура малоэтажных жилых домов с возобновляемыми источниками энергии. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры / *О. К. Афанасьєва.* – М. : МАРХИ, 2009 г. – 149 с.

2. *Гужулев В. В.* Основы современной малой энергетики. Том 3. Учеб. пособие: в 3 т. / *Э. П. Гужулев, В. В. Шалай, А. Н. Лямин, А. Б. Калистратов.* – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2006. – Т.3. – 528 с.

3. *Габриель И.* Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома / *И. Габриельбб, Х. Ладенер.* – СПб. : БХВ-Петербург, 2011. – 480 с. : ил.

4. *Виссарионов В. И.* Солнечная энергетика / *В. И. Виссарионов, Г. В. Дерюгина.* – М. : Издательский дом МЭИ, 2008, 276 с.

5. *Казаченко С. В.* Солнечная энергетика в Крыму. Методическое пособие для специалистов и всех интересующихся проблемами использования солнечной энергии / *С. В. Казаченко, С. А. Кибовский и др.* – Киев-Симферополь, 2008. – 201 с.

6. *Любарець О. П.* Сонячний колектор (Варіанти). / *О. П. Любарець, В. О. Мілейковський, О. Ю. Шуваєва* // Деклараційний патент України на винахід № 100523 UA МПК (2013.01) F 24 J 2/04 (2006.01) F 04 B 23/00.

7. *Любарець О. П.* Сонячний колектор / *О. П. Любарець, В. О. Мілейковський, О. Ю. Шуваєва* // Деклараційний патент України на винахід №98800 UA МПК (2013.01) F 24 J 2/24 (2006.01).

8. ГОСТ 26602.1 – 99. Группа Ж39. Межгосударственный стандарт. Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления теплопередаче. Москва, 1999 г.

**СОЛНЕЧНЫЙ ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ПАСИВНЫХ  
СОЛНЕЧНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ В РЕГИОНАХ С ДЛИТЕЛЬНОЙ  
ОБЛАЧНОЙ ПОГОДОЙ**

*Милейковский В. А., Шувалева О. Ю.*

Предложены пассивные солнечные отопительные приборы повышенного термического сопротивления с высокими теплозащитными свойствами для пассивных солнечных систем отопления в регионах с длительной облачной погодой. Выполнена серия физических экспериментальных исследований солнечного отопительного прибора. Исследовано влияние геометрических параметров конструкции на коэффициент теплопередачи.

**SUNNY HEATING DEVICE FOR PASSIVE SUNNY SYSTEMS  
HEATING IN REGIONS WITH THE PROTRACTED CLOUDY WEATHER**

*V. Mileikovskiy, O. Shuvaeva*

The passive sunny heating devices of an increase thermal resistance are offered with high heatcover properties for the passive sunny systems of heating in regions with the protracted cloudy weather. The series of physical experimental researches of sunny heating device are executed. Influence of geometrical parameters of construction is investigated of the coefficient of heat transfer.